

炭素繊維シート補強 RC 梁の曲げ補強効果に関する一検討

○九州大学大学院 学生会員 竹下 正一 九州大学大学院 フェロー 松下 博通
九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章 九州大学大学院 正会員 佐川 康貴

1. 研究目的

炭素繊維シート（以下、CFS）で曲げ補強した RC 梁では、CFS の剥離により終局に至る場合が多いことが知られている。そこで本研究では、CFS 補強量の違いによる CFS 剥離性状と補強効果への影響を明らかにすることを目的とし、CFS 補強量を変化させた CFS 補強梁で荷重試験を行い、検討を行った。

2. 実験概要

表-1に供試体の種類を示す。供試体は CFS 補強層数と貼付幅、目付量を変化させることによって補強量を変化させたもの6体である。図-1に供試体の形状寸法と CFS の貼付位置を示す。供試体は主鉄筋に D13（SD295A）を使用し、D6（SD295A）のスターラップを 100mm 間隔に配置した梁底面にエポキシ樹脂含浸接着剤を用いて CFS を接着したものである。CFS のひずみ分布を測定し、剥離開始の位置を把握するために、剥離が予想される区間では 25mm 間隔で、その他の区間では 50mm 区間で検長 30mm のひずみゲージを貼付した。荷重試験時のコンクリートの圧縮強度は 33.9N/mm^2 、静弾性係数は $2.67 \times 10^4\text{N/mm}^2$ であった。表-2に使用した CFS の力学的特性を示す。

表-1 供試体種類

供試体	補強層	CFS 目付量 (g/m^2)	CFS 接着幅 (mm)	見かけ補強量*	せん断スパン (mm)	a/d
No.1	1層	300	70	1/2層	1000	4.44
No.2	1層	200	140	2/3層	1000	4.44
No.3	1層	300	140	1層	1000	4.44
No.4	2層	300	140	2層	1000	4.44
No.5	3層	300	140	3層	1000	4.44
No.6	5層	300	140	5層	1000	4.44

*供試体 No.3 を 1 層とした場合の補強量比

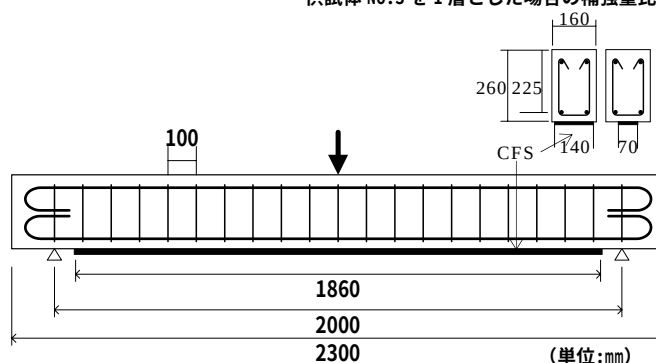


図-1 供試体形状寸法と CFS の接着位置

3. 実験方法と測定項目

荷重は油圧式ジャッキで行い、荷重を単調増加させた。測定項目は荷重、スパン中央部の主鉄筋と CFS のひずみ、スパン中央部のコンクリート側面の水平方向ひずみ、スパン中央部の変位である。さらに、各荷重段階におけるひび割れ発生状況、剥離進展状況、最終破壊状況を観察した。

4. 実験結果および考察

(1)剥離状況：図-2に剥離発生の流れを示す。まず、いずれの供試体も鉄筋降伏後、荷重点付近の曲げひび割れ(①)に付随する形で CFS の付着力による斜めひび割れが発生した(②)。たわみの増加とともにその斜めひび割れのひび割れ幅が大きくなり、段差が生じた(③)。その後、その段差による引きはがれ作用（ピーリング作用）

表-2 CFS の力学特性

目付量 (g/m^2)	設計厚さ (mm)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (N/mm^2)
300	0.167	3480	2.30×10^5
200	0.111	3480	2.30×10^5

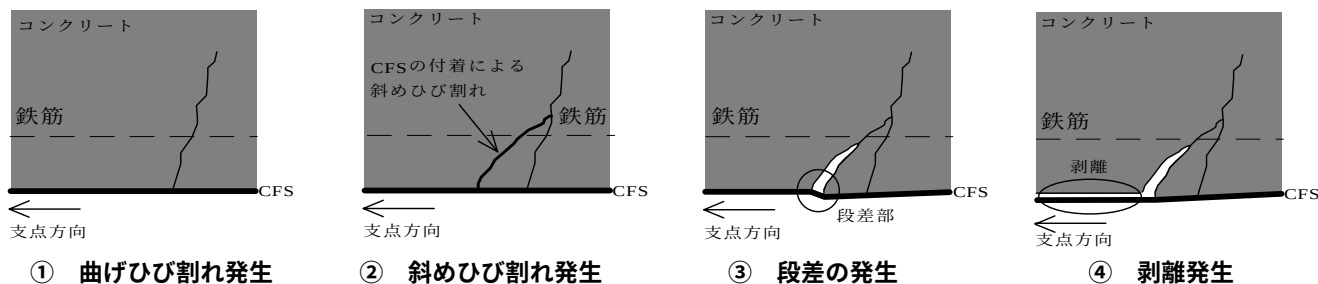


図-2 剥離発生の流れ

キーワード：炭素繊維シート、補強量、ピーリング作用

〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel 092-641-3131（内線 8654）Fax 092-642-3271

用)による剥離が発生し、その剥離部分が次第に支点方向へと拡大し(④)、剥離部分が接着端部に達すると同時にすべて剥離し終局へ至った。実験後の観察により、補強量1層以上の供試体ではかぶりコンクリートが剥落している部分が観察され、斜めひび割れの位置から剥離が開始したと考えられる。

(2)荷重-たわみ関係：図-3に各供試体の荷重-たわみ曲線を剥離発生時も併せて示す。図より剥離が発生してから終局に至るまで、荷重はあまり増加せずたわみだけが増加することが分かる。また、補強量を増加させることによって最大荷重時のたわみは小さくなっている。

(3)ひずみ分布、付着応力分布：図-4に No.3 のひずみ分布、ひずみ差から求めた付着応力分布、ひび割れ発生状況を示す。図より、剥離が載荷点から支点寄りの位置より剥離が発生し、進展していることが分かる。

(4)補強量：図-5にCFSの引張強度に対する各供試体におけるCFSの最大引張応力の比、剥離時の引張応力の比を示す。また、連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針¹⁾における剥離判定基準で定められている限界値を合わせて示す。図より貼付幅が一定の場合、補強量が多くなるにつれてCFSの最大引張応力が小さくなっており、CFSの能力を十分に発揮させる前に剥離し終局に至っていることが分かる。剥離時の引張応力も補強量が多くなるにつれて小さくなる傾向があるが、終局にいたるまでの応力の差が小さく、剥離が急激に進展し、脆性的な破壊になることが分かる。なお、補修補強指針による限界値と本実験における剥離時の引張応力は同じような傾向を示している。

補強層数が一定で貼付幅を変化させた供試体 No.1 と No.3 の場合、剥離発生時の引張応力は No.1 が約 1500N/mm^2 、No.3 が約 1490N/mm^2 、最大引張応力も No.1 が約 2280N/mm^2 、No.3 が約 2370N/mm^2 と剥離発生時の引張応力、最大引張応力どちらもほぼ等しくなっており、CFSが発揮する引張力は補強層数が等しい場合、貼付幅に比例すると言える。

5. 結論

- (1) 補強量に関わらず剥離の発生は CFS の付着による斜めひび割れ部の段差から発生し、補強量が多くなると、かぶりコンクリートの剥落が見られる。
- (2) 補強量が多くなると、CFS の剥離時の引張応力、最大引張応力が共に小さくなる。また、剥離発生時の引張応力から終局に至るまでの応力の増分が小さく、急激に剥離が進展する。

【参考文献】

- 1)土木学会：連続繊維シートを用いたコンクリート構造物の補修補強指針，コンクリートライブラリー101，pp.21-22，2000

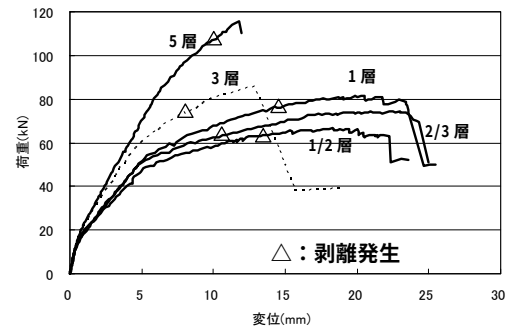


図-3 荷重-たわみ関係

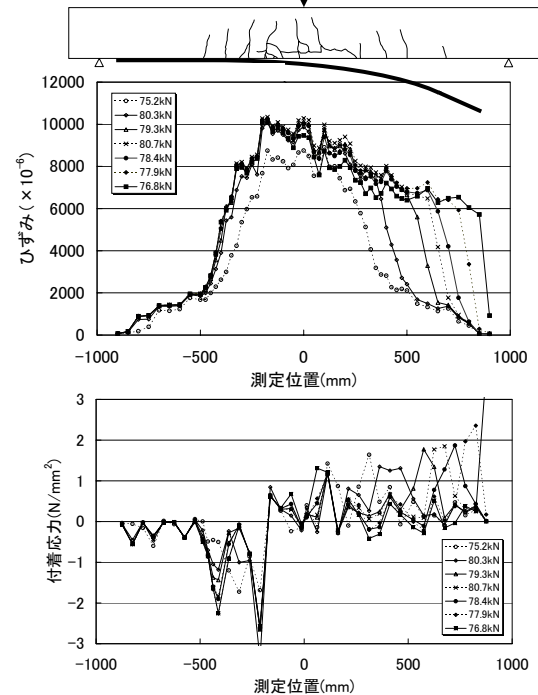


図-4 ひずみ分布及び付着応力分布
(供試体 No.3)

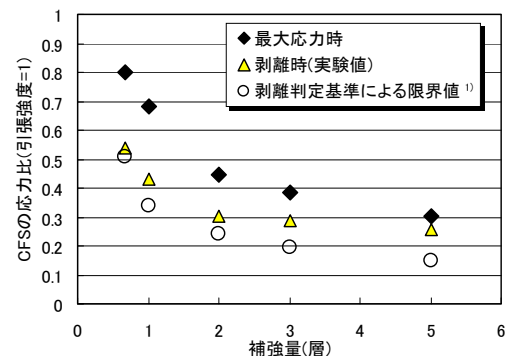


図-5 補強量とCFSの引張応力の関係
(引張強度=1)